Consideraciones para la instalación de barreras de seguridad y pantallas acústicas en las carreteras



Considerations for the installation of safety barriers and noise barriers on roads

Dámaso M. Alegre Marrades
ANIPAR

Sergio Corredor Peña
SIMEPROVI

Edgar Lloret Domínguez
METALESA

Andrés Navarro Cortés
GIVASA

Miembros del Comité Técnico de Dotaciones Viales de la ATC

En este artículo se analizan los factores a tener en cuenta desde el punto de vista de la seguridad vial cuando se instalan en las carreteras pantallas acústicas con objeto de reducir las afectaciones ambientales relacionadas con el ruido producido por la circulación de vehículos. En concreto se explican los requisitos a tener en cuenta para la implantación en un mismo tramo de pantallas antirruido y de sistemas de contención de vehículos, de forma que se garantice el correcto funcionamiento de las pantallas y la seguridad de los usuarios de los vehículos que circulen por la carretera y de terceros situados en sus proximidades.

Se exponen también los condicionantes para el empleo de los productos integrados que integran la protección acústica y la contención de vehículos.

This article analyzes the road safety considerations to take into account when noise barriers are installed on roads to reduce the environmental impact produced by the noise generated by vehicles. Specifically, it covers the requirements to be fulfilled when noise barriers and vehicle restraint systems are installed on a specific road section, ensuring the proper performance of the noise barriers and the safety of road users and other third parties located in the vicinity.

The conditions for using integrated products that combine noise protection and vehicle restraint are also outlined.

1. Introducción

Actualmente, las infraestructuras de transporte, y en especial las carreteras, deben dar respuesta a todos los retos que se plantean, no solo desde su capacidad para proveer el nivel de servicio requerido, sino además garantizando alcanzar los objetivos exigibles en relación con la seguridad vial y la afección al medio ambiente.

Así pues, ya sea a nivel de proyecto, construcción y/o explotación y conservación de las carreteras, se pueden plantear situaciones que requieren el empleo de dotaciones viales específicas para garantizar el cumplimiento de los objetivos de seguridad vial y medioambientales requeridos.

Es evidente que cualquier dispositivo o nueva dotación viaria que se instale en una carretera, resulta susceptible de afectar a otras dotaciones existentes o previstas, modificando las condiciones que determinan los riesgos de uso y explotación de la infraestructura y, por consiguiente, siempre deberá considerarse la implementación de las dotaciones viales en su conjunto, desde un punto de vista holístico.

Resulta cada vez más frecuente, en relación con el comportamiento medioambiental de las carreteras, que se planteen situaciones que requieren la instalación de dotaciones específicas como consecuencia de la necesidad de corregir, o al menos reducir, los niveles de ruido de tráfico generados por la circulación de vehículos por la carretera.

Este tipo de dotaciones viales son los llamados dispositivos reductores de ruido DRR y particularmente, barreras o pantallas acústicas, cuya instalación en una carretera es susceptible de afectar a las condiciones de seguridad vial, al suponer el propio dispositivo un riesgo directo como obstáculo o afectando al funcionamiento de las barreras y sistemas de contención existentes o previstas, modificando o entorpeciendo sus condiciones de trabajo.

En este artículo, se pretende abordar un análisis de las situaciones y problemas que pueden plantearse, así como de las consideraciones y criterios que permitan su solución en base a la normativa que resulta de aplicación.

2. Sistemas de apantallamiento acústico y barreras de seguridad

2.1. Sistemas de apantallamiento acústico

Son dotaciones viales cuya misión es dificultar la propagación del ruido de tráfico procedente de la carretera, y básicamente su forma de actuar se concreta en:

- La interposición de un obstáculo a la transmisión, que presenta unas adecuadas características de aislamiento a ruido aéreo,

  y/o,

- La modificación de las condiciones de absorción acústica en las superficies apropiadas que intervienen delimitando el camino de la propagación acústica.

Estos parámetros, aislamiento y absorción, son fundamentales en la definición de los dispositivos reductores de ruido DRR de la infraestructura y, según sea el problema acústico al que nos enfrentemos, deberemos considerar uno, otro o los dos, exigiendo a los materiales a emplear que presenten unas adecuadas características acústicas a este propósito.

Entendemos por el término barrera o pantalla acústica aquellos elementos u obstáculos que, por su situación y características, protegen del ruido proveniente de una determinada fuente sonora a un determinado receptor, dificultando la transmisión del sonido a su través y generando una reducción del nivel del ruido de tráfico en los vecindarios afectados por difracción del sonido en los bordes de la pantalla, de forma que se crea una zona de sombra acústica que protege a los receptores sensibles.

Resulta por consiguiente imperativo respetar las dimensiones de altura y longitud previstas en el diseño de la pantalla acústica, y especialmente su posición respecto al eje de la carretera, así como no ocultar sus superficies absorbentes de forma que la funcionalidad acústica de la pantalla no se vea comprometida.

Las pantallas acústicas son muros o barreras constituidas por elementos de pared relativamente delgada, verticales o inclinados, que presentan distinto grado de absorción acústica y que ofrecen una gran resistencia a la transmisión del sonido a su través. Las pantallas pueden adoptar numerosas formas y emplear diversos materiales: elementos metálicos, hormigón, madera, vidrio, materiales plásticos, materiales cerámicos, elementos prefabricados a base de los materiales anteriores y materiales absorbentes (lana mineral, fibra de vidrio), etc. Son las más usualmente empleadas y más interesantes como dotaciones o dispositivos reductores de ruido de las infraestructuras viales.

Dadas sus características esenciales de rigidez y sus considerables dimensiones, resulta obvio que en ocasiones puedan suponer un elemento de riesgo para la seguridad vial, ya sea por reducir la visibilidad en determinadas zonas o por incrementar la severidad del impacto en caso de accidente. En estos casos, resulta necesario considerar el diseño de estos dispositivos desde el

punto de vista de la seguridad vial, previendo los elementos y sistemas de contención adecuados de forma que respeten la funcionalidad acústica de la pantalla.

2.2. Barreras de seguridad

Son sistemas de contención para carreteras dispuestos de forma longitudinal en márgenes y medianas de carreteras con objeto de retener y redireccionar a los vehículos que abandonan la calzada de forma incontrolada, evitando de esta forma choques contra obstáculos situados en el borde de la calzada, caídas por pendientes pronunciadas o invasión de otras vías de circulación.

Las barreras de seguridad se fabrican a partir de diversos materiales como el acero, el hormigón o la madera, y pueden adoptar diferentes configuraciones en función de las características del tramo de carretera donde se instalan. Un caso particular son los pretiles, que son las barreras especialmente diseñadas para su instalación en estructuras como tableros de puentes o coronación de muros de sostenimiento.

Las prestaciones de las barreras de seguridad se obtienen en los ensayos a escala real definidos en la Norma UNE EN 1317, obligatorios para la comercialización de estos dispositivos en Europa. En estos ensayos se evalúa la capacidad de contención de las barreras, que se clasifica en diversos niveles de contención que van desde la contención normal (turismos) a la alta o muy alta contención (autocares y camiones de hasta 38 toneladas). Además, se evalúa la correcta redirección de los vehículos de forma que no se produzcan riesgos adicionales a otros vehículos que circulen por la carretera, y también los daños a los ocupantes de los vehículos mediante los llamados índices de severidad (ASI y THIV).

Un parámetro importante a controlar es la deformación de la barrera durante el impacto, ya que será imprescindible tenerla en cuenta a la hora de implantar estos productos en las carreteras, de forma que se pueda desarrollar el comportamiento completo de la barrera sin interferencias con los elementos de riesgo que se pretende proteger. La deformación se evalúa mediante tres parámetros: la deflexión dinámica, la anchura de trabajo y la intrusión del vehículo. Como se verá en los apartados siguientes, estos parámetros serán clave para la correcta interacción entre sistemas de apantallamiento acústico y barreras de seguridad.

Las barreras de seguridad están armonizadas a nivel europeo, debiendo contar con el Marcado CE, mediante el cual los fabricantes declaran las prestaciones de sus productos, que se deben tener en cuenta a la hora de definir en los proyectos los sistemas a instalar en cada caso.

A la hora de implantar barreras de seguridad y pretiles en las carreteras es necesario tener en cuenta factores como el tipo de vía, la composición e intensidad de tráfico, la velocidad de proyecto y los elementos de riesgo existentes en las proximidades de la calzada. Además, es necesario cuidar la disposición longitudinal y transversal de las barreras para permitir que su comportamiento sea el adecuado.

3. Disposición combinada en carretera

3.1 Generalidades

En el diseño y explotación de carreteras es habitual que la proximidad de zonas sensibles al ruido, la escasez de espacio disponible y las exigencias de seguridad obliguen a implantar simultáneamente sistemas de contención de vehículos —barreras de seguridad, pretiles u otros— y pantallas acústicas. Esta situación debe resolverse de manera que cada dispositivo conserve íntegros sus parámetros de comportamiento declarados (nivel de contención, anchura de trabajo, absorción/atenuación acústica, etc.) y, a la vez, se evite que la interacción física entre ambos genere nuevos riesgos de siniestralidad o merme la eficacia del apantallamiento.

3.2 Premisas normativas

La instalación simultánea de un sistema de contención de vehículos (SCV) y una pantalla acústica (PA) debe satisfacer de forma independiente los requisitos esenciales establecidos para los SCV, con el fin de garantizar las condiciones de seguridad vial previstas; asimismo, la eventual recolocación de la pantalla acústica exigida por dichos requisitos no debe mermar su capacidad de atenuar la contaminación acústica ni forzar rediseños técnica y económicamente menos viables por alejarla del foco emisor.

A continuación, se enumeran las normativas y guías de referencia que se deben tener en cuenta para asegurar lo mencionado anteriormente:

- UNE-EN 1317-1:2011. Sistemas de contención para carreteras. Parte 1: Terminología y criterios generales para los métodos de ensayo.
- UNE-EN 1317-2:2011. Sistemas de contención para carreteras. Parte 2: Clases de comportamiento, criterios de aceptación para el ensayo de impacto y métodos de ensayo para barreras de seguridad incluyendo pretiles.
- UNE-EN 1317-5:2008+A2:2012. Sistemas de contención para carreteras. Parte 5: Requisitos de producto y evaluación de la conformidad para sistemas de contención de vehículos.

- Orden Circular 35/2014 sobre criterios de aplicación de sistemas de contención de vehículos.
- UNE-EN 1793-5:2018 [1]. Dispositivos reductores de ruido de tráfico en carreteras. Método de ensayo para determinar el comportamiento acústico. Parte 5: Características intrínsecas. Valores in situ de la reflexión sonora en condiciones de campo sonoro directo.
- UNE-EN 1793-6:2019+A1:2022 [2]. Dispositivos reductores de ruido de tráfico en carreteras. Método de ensayo para determinar el comportamiento acústico. Parte 6: Características intrínsecas. Valores in situ del aislamiento acústico al ruido aéreo en condiciones de campo sonoro directo.
- UNE-EN 1794-1:2025. Dispositivos reductores de ruido de tráfico en carreteras. Comportamiento no acústico. Parte 1: Métodos para la determinación de las características mecánicas y de estabilidad.
- UNE-EN 1794-2:2025. Dispositivos reductores de ruido de tráfico en carreteras. Comportamiento no acústico. Parte 2: Métodos para la determinación de las características generales de seguridad y ambientales.
- Guía para el proyecto y ejecución de obras de apantallamiento acústico en carreteras. Ministerio de Transportes y Movilidad Sostenible.
- Nota Técnica 1-2025 sobre ensayos en obra de sistemas de apantallamiento acústico. Ministerio de Transportes y Movilidad Sostenible.
- Nota Técnica 2-2025 sobre estudios abreviados de verificación de objetivos de calidad acústica en el entorno de las carreteras del Estado basados en mediciones de campo. Ministerio de Transportes y Movilidad Sostenible.

Parámetro	Descripción
Anchura de trabajo (W)	Distancia máxima que ocupa el sistema, desde su cara al tráfico, durante el impacto.
Intrusión del vehículo (VI)	Envolvente lateral del vehículo pesado que rebasa la línea inicial del sistema.

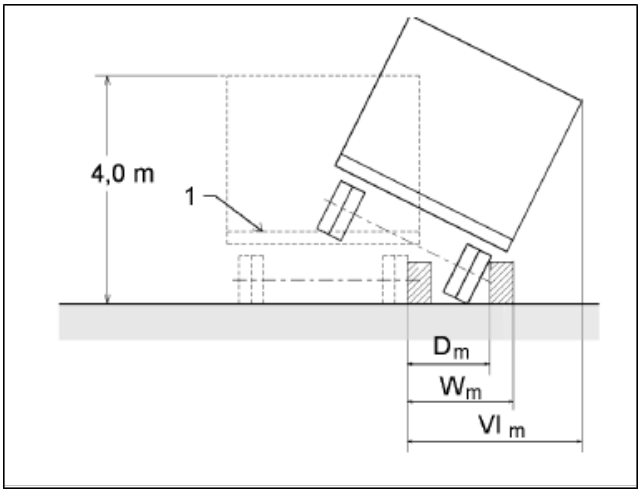


Figura 1. Parámetros de deformación de una barrera de seguridad

La razón de detallar los documentos anteriores es doble. Por un lado, el bloque normativo de SCV (UNE EN 1317 1, UNE EN 1317 2, UNE EN 1317 5 y la OC 35/2014) proporciona la taxonomía de niveles de contención, severidad, parámetros de deformación y los requisitos de Marcado CE necesarios para dimensionar y validar una barrera o pretil frente a los impactos previstos. Por otro, el bloque de PA (UNE-EN 1793-5, UNE-EN 1793-6, UNE EN 1794 1, UNE EN 1794 2, Guía para el proyecto y ejecución de obras de apantallamiento acústico en carreteras, Nota Técnica 1-2025 y Nota Técnica 2-2025) establece las exigencias de resistencia mecánica, estabilidad al viento, seguridad general y eficacia acústica que deben cumplir las pantallas para no convertirse en un riesgo añadido ni perder su capacidad de atenuación.

La lectura cruzada de ambos conjuntos reglamentarios nos permitirá, en los apartados que siguen, identificar las posibles interferencias geométricas entre ambos dispositivos, evaluar la compatibilidad de sus prestaciones cuando el espacio disponible es limitado y sustentar las soluciones de diseño propuestas con base normativa rigurosa.

3.3 Caracterización de barreras/pretiles y condicionantes acústicos

3.3.1. Caracterización de un SCV (barrera o pretil)

Según la UNE EN 1317, la respuesta de una barrera o pretil frente a impactos queda descrita por cinco parámetros clave: Nivel de contención, Deflexión dinámica (D_m), Anchura de trabajo (W_m), Intrusión del vehículo (VI_m) y severidad. De los anteriores parámetros, los dos siguientes son clave para el encaje de los SCV junto con las PA (Figura 1).

[1] Documento en fase de revisión en la fecha de redacción de este artículo

[2] Documento en fase de revisión en la fecha de redacción de este artículo

Tabla 1. Distancia (m) del borde exterior de la marca vial a un obstáculo o desnivel por debajo de la cual se considera que existe riesgo de accidente, según la gravedad del mismo (OC 35/2014)

TIPO DE ALINEACIÓN	TALUD TRANSVERSAL DEL MARGEN Horizontal : Vertical	TIPO DE ACCIDENTE	
		MUY GRAVE O GRAVE	NORMAL
CARRETERAS CON CALZADA ÚNICA			
Recta, lados interiores de curvas, lado exterior de una curva de radio > 1500m	> 8:1	7,5	4,5
	8:1 a 5:1	9	6
	< 5:1	12	8
Lado exterior de una curva de radio < 1500m	> 8:1	12	10
	8:1 a 5:1	14	12
	< 5:1	16	14
CARRETERAS CON CALZADAS SEPARADAS			
Recta, lados interiores de curvas, lado exterior de una curva de radio > 1500m	> 8:1	10	6
	8:1 a 5:1	12	8
	< 5:1	14	10
Lado exterior de una curva de radio < 1500m	> 8:1	12	10
	8:1 a 5:1	14	12
	< 5:1	16	14

El espacio libre que debe reservarse detrás del SCV viene dado por la combinación máxima (W, VI), donde no pueden situarse elementos rígidos ni anclajes de otros dispositivos.

En la OC 35/2014 la presencia de pantallas acústicas en las proximidades de la calzada se considera como elemento de riesgo de accidente grave potencial para velocidades de proyecto superiores a 60 km/h, lo cual implica que, salvo que estén instaladas a una distancia considerable de la calzada, siempre se recomienda su protección mediante sistemas de contención.

En la tabla 1, incluida en la OC 35/2014, se pueden comprobar las distancias a las que deberían estar las pantallas acústicas de la calzada para que su protección no fuese necesaria. En cualquiera de los casos esta distancia no es inferior a 7,5 m.

3.3.2. Influencia del posicionamiento de la pantalla acústica (PA)

- Cercanía al foco emisor se maximiza la atenuación sonora y puede reducirse la altura de la PA.
- Alejamiento progresivo se minimiza el efecto de atenuación sonora, pues la zona de sombra, según se indica en la Guía de apantallamiento acústico del Ministerio de Transportes y Movilidad Sostenible, se ve reducida, forzando a aumentar la altura o a incorporar difractores superiores.
- Condicionantes de espacio (véase la Figura 2)
  (d = distancia disponible)
  - Si d ≥ max (W, VI), la PA puede instalarse de forma independiente sin interferir con el comportamiento del SCV.
  - Si d < max (W, VI), la PA invade la zona de deformación; las opciones son:
    1. Retrasar la pantalla (pérdida de eficacia acústica).
    2. Seleccionar un SCV de menor deformación.
    3. Ensayar e instalar un sistema combinado SCV + PA.

3.4 Riesgos derivados de una separación insuficiente

1. Obstáculo rígido en zona de deformación Es imprescindible analizar por separado la anchura de trabajo (W) y la intrusión del vehículo (VI). Aunque la OC 35/2014 engloba la VI dentro de la W, en realidad se trata de parámetros distintos. Si la pantalla acústica se coloca muy próxima al SCV y presenta una altura significativa,

la envolvente del vehículo puede impactar en la pantalla, riesgo que se acentúa en los niveles de contención elevados (H3 y H4), donde los valores de VI alcanzan sus máximos.

Hay que prestar especial atención a la VI de los SCV, pues si solo se respeta el W, hay un riesgo elevado de impacto de las partes altas de vehículos pesados en las propias PA con los riesgos de desprendimiento que ello conlleva.

2. Interferencia con las cimentaciones Las pantallas acústicas situadas en los márgenes se cimentan habitualmente sobre zapatas corridas o aisladas, pilotes o encepados con micropilotes. Cuando el SCV previsto se resuelve con postes hincados —la opción más común— pueden aparecer conflictos: los postes interceptan directamente esas cimentaciones o quedan tan próximos que el terreno intermedio no alcanza la compacidad necesaria para garantizar un anclaje fiable de la barrera.

3.5. Soluciones de diseño

3.5.1. Consideración de los condicionantes de diseño

El parámetro decisivo para determinar qué espacio debe quedar completamente libre tras una barrera o pretil es la consideración de forma simultánea las dos magnitudes definidas en la UNE EN 1317 (W y VI) (Tabla 2).

Definiciones literales extraídas de UNE EN 1317 2

- *La anchura de trabajo (Wm) es la máxima distancia lateral entre cualquier parte de la cara al tráfico de la barrera sin deformar y la máxima posición dinámica alcanzada por cualquier parte de la barrera. Si el vehículo se deforma alrededor de la barrera, de forma que ésta no se pueda usar para medir la anchura de trabajo, debe emplearse como alternativa la máxima posición lateral de cualquier parte del vehículo.*
- *La intrusión del vehículo (VIm) para los vehículos pesados (HGV) es su máximo desplazamiento lateral dinámico respecto la cara al tráfico de la barrera sin deformar; se debe evaluar mediante grabaciones fotográficas o de vídeo a alta velocidad, considerando una carga hipotética de anchura y longitud iguales a la de la plataforma del vehículo, y una altura total de 4 m. La VIm debe evaluarse midiendo la posición y el ángulo de la plataforma del vehículo y considerando que la carga hipotética permanece sin deformar y rectan-*

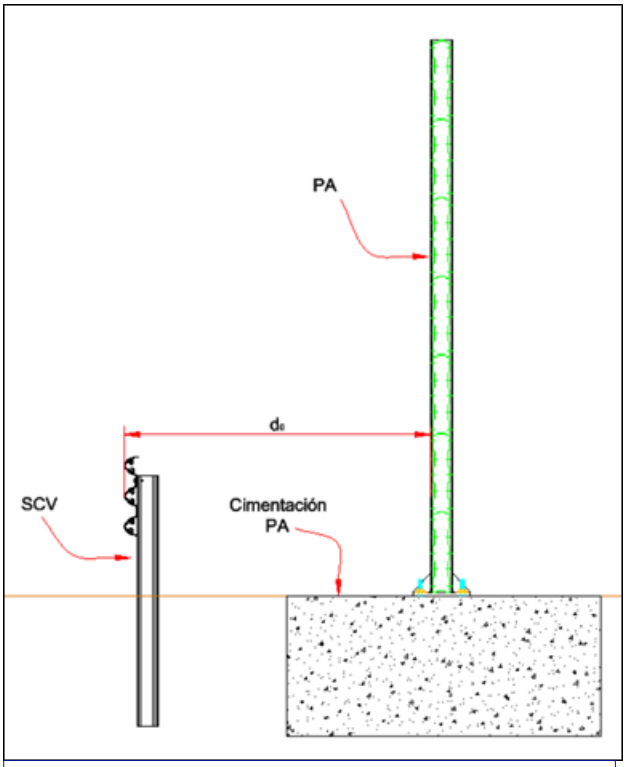


Figura 2. Condicionantes de espacio para la instalación de una PA

Tabla 2.

Magnitud	Símbolo	Cómo se mide (resumen de UNE EN1317 2, Anexo A)	Resultado
Anchura de trabajo	W	Ensayo de impacto a escala real (TB11 TB81). Se registra la posición extrema de cualquier parte del SCV, incluida la deformación permanente del sistema, tomada desde la cara al tráfico inicial.	Clase W1…W8 (0,0 m ≤ W ≤ 3,5 m)
Intrusión del vehículo	VI	Se traza la envolvente lateral de la carrocería hasta 4 m de altura; la distancia máxima entre esa envolvente y la cara al tráfico define VI.	Clase VI1…VI9 (VI1 ≤ 0,6 m; VI9 > 3,5m)

gular respecto a dicha plataforma, o bien empleando vehículos de ensayo con la carga hipotética.

Tanto W como VI se miden siempre desde la cara más cercana al tráfico del sistema de contención. Para definir la franja libre en la que podrá situarse la pantalla se sigue la secuencia geométrica siguiente:

1. Trazar una línea vertical a la distancia W desde la cara al tráfico; esa vertical indica hasta dónde puede deformarse o desplazarse la parte trasera de la barrera.
2. Trazar una línea vertical a la distancia VI desde la cara al tráfico.

En el caso general, la pantalla debe situarse por detrás de estas líneas (véase Figura 1).

Para determinadas casuísticas, por ejemplo, el caso de pantallas acústicas de altura reducida, se plantea la posibilidad de emplear el siguiente procedimiento alternativo (Figuras 3 y 4):

1. Trazar las líneas verticales correspondientes a la W y a la VI.
2. Describir un arco de 4 m de radio (altura de la caja de la hipotética caja del camión) con centro en la intersección con el terreno de la línea correspondiente a la W.
3. La línea inclinada que une el centro del arco con la intersección del mismo con la línea de la VI establece el área que debe permanecer libre de obstáculos (zona sombreada en la figura 3).

Cualquier parte de la pantalla acústica deberá situarse fuera de ese prisma (vertical W + plano inclinado VI, es decir, la zona sombreada en la Figura 3). Por ello, si la pantalla se mantiene por debajo de la arista inferior de la carrocería de un camión tipo, no constituye obstáculo alguno y puede situarse dentro del valor declarado de VI.

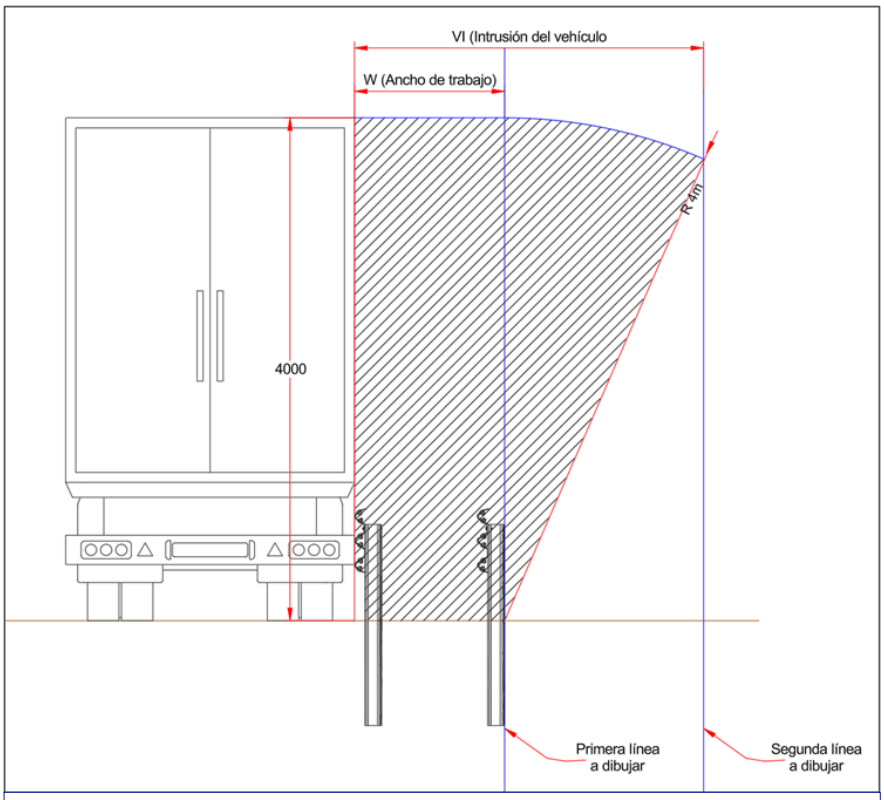


Figura 3. Condicionantes de espacio (procedimiento alternativo)

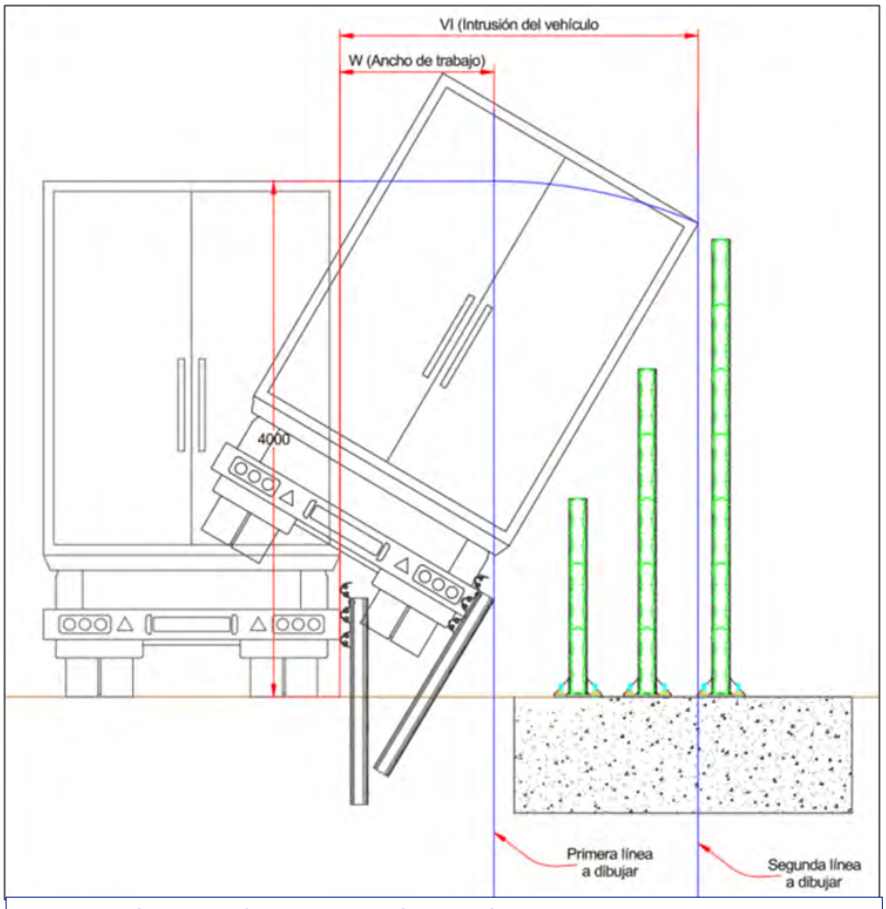


Figura 4. Condicionantes de espacio (procedimiento alternativo)

3.5.2 Aplicación en márgenes de carreteras

En la berma del margen de una carretera es posible que exista cierto margen para retranquear la pantalla:

- Se deja libre el volumen generado por W+VI definido en el apartado anterior.
- La pantalla puede colocarse en la zona no afectada por el volumen.
- Si el espacio disponible sigue siendo insuficiente para dejar libre la zona W + VI, la secuencia recomendada es la siguiente:
  1. Escoger un SCV con menor deformación (clase W más baja y, si es posible, VI reducida) que mantenga el nivel de contención exigido.
  2. Si no existe en el mercado una solución de SCV adecuada, replantear la ubicación de la pantalla acústica, retranqueándola fuera del prisma W + VI. Esta opción conlleva una posible pérdida de prestación acústica, por lo que debe ir acompañada de una reevaluación acústica y, en su caso, del incremento de la altura o de la absorción de la pantalla para compensar la merma.
  3. Empleo de sistemas combinados que integran en un único producto ensayado la función de contención de vehículos y la de reducción del ruido. Normativamente, este tipo de soluciones debe demostrar simultáneamente:
     a. Prestaciones de contención según UNE-EN 1317-2 (D, W, VI, ASI/THIV)
     b. Prestaciones mecánicas de la pantalla frente a viento, peso propio, impacto de proyectiles y empuje de nieve, conforme a UNE-EN 1794-1:2025
     c. Marcado CE único de conjunto, emitido bajo UNE-EN 1317-5, de modo que la barrera y la pantalla pierden validez si se comercializan o instalan por separado.
- En el caso de tableros de puente o coronaciones de muro, la falta manifiesta de espacio en el canto del tablero o sobre el muro complica aún más la combinación SCV PA; un análisis completo de esta casuística excede el alcance del presente trabajo y se abordará en un artículo monográfico aparte.

3.6 Instalación de pantallas acústicas sobre SCV de hormigón existentes.

Se trata de una situación cada vez más recurrente en la práctica: la instalación de pantallas acústicas (PA) ancladas sobre barreras de hormigón ya en servicio. Pese a su aparente sencillez, esta intervención entraña importantes riesgos técnicos y normativos que comprometen tanto la seguridad vial como la eficacia acústica del conjunto, y por ello se describe a continuación con el detalle necesario para quienes no estén familiarizados con ella.

- Si la barrera dispone de marcado CE, la adición de la PA altera la configuración del sistema evaluado, por lo que los parámetros declarados dejarían de ser válidos.
- Deficiencia de estabilidad frente a vuelco o deslizamiento. Incluso con alturas modestas de pantalla, la geometría y el peso propio de las barreras existentes rara vez proporcionan el brazo resistente necesario para contrarrestar las acciones de viento.
- En el caso de instalarlas sobre barreras sin marcado CE, la forma de anclar la pantalla adquiere aún mayor relevancia para no dañar la barrera ni comprometer la durabilidad; se recomienda situar la placa de anclaje en el lado opuesto al tráfico para preservar la superficie expuesta al impacto.
- Intrusión del vehículo en caso de impacto. Al situarse la pantalla prácticamente en el eje de la coronación, resulta muy difícil justificar la intrusión (VI) del vehículo: aun cuando la barrera contenga el vehículo, éste impactará contra la pantalla, generando riesgo de desprendimiento y proyección de fragmentos.

En síntesis, la instalación de una pantalla acústica directamente sobre una barrera de hormigón existente no se recomienda. Siempre que sea posible debe buscarse generar el espacio necesario en el trasdós para emplazar la pantalla sobre una cimentación independiente. Si dicha solución no resulta viable por la falta de plataforma disponible, la alternativa preferible es sustituir el SCV por un sistema combinado SCV + PA ensayado de forma conjunta, de modo que las prestaciones de contención y atenuación queden certificadas como un todo.

4. Diseño de los sistemas de apantallamiento acústico y sistemas de contención como sistemas integrados

4.1. Principios normativos y parámetros críticos

La creciente necesidad de reducir la contaminación acústica en entornos próximos a carreteras, unida a la obligación de garantizar la seguridad vial, ha impulsado el desarrollo

de sistemas integrados que combinan en un único producto la función de contención de vehículos y la de apantallamiento acústico. Estos sistemas permiten resolver los problemas derivados de la falta de espacio y la interferencia entre dispositivos independientes, siempre que se diseñen y ensayen conforme a la normativa aplicable.

4.2. Principios normativos y parámetros críticos

Un sistema combinado debe cumplir simultáneamente:

- UNE-EN 1317-2: niveles de contención, anchura de trabajo (W), deflexión dinámica e intrusión del vehículo (VI), además de índices de severidad (ASI, THIV).
- UNE-EN 1794-1 y 1794-2: resistencia mecánica, estabilidad al viento, proyectiles, nieve y requisitos de seguridad y ambientales.
- UNE-EN 1317-5: marcado CE del conjunto, que invalida la certificación si barrera y pantalla se instalan por separado.

En estos sistemas, los parámetros W y VI se refieren al conjunto completo (barrera + pantalla). Por ello, la pantalla acústica no es un obstáculo que proteger y a situar fuera del volumen ocupado por el ancho de trabajo y la intrusión del vehículo, sino que es un elemento que forma parte del sistema de contención y su comportamiento se estudia en el ensayo de impacto del sistema completo.

4.3. Prestaciones y diseño geométrico

Con objeto de ilustrar lo explicado anteriormente, se incluye a continuación un caso práctico basado en un producto presente en el mercado. Se trata de un sistema de contención de vehículos que integra en un mismo elemento un perfil de hormigón de fabricación in-situ y una pantalla acústica metálica de 5 m de altura anclada en coronación. Este sistema tiene las siguientes prestaciones:

- Nivel de contención: H2
- Anchura de trabajo: W5 (1,5 m)
- Intrusión del vehículo: VI3 (1,0 m)
- Severidad: B

4.4. Ventajas de sistemas integrados frente a soluciones convencionales

- Reducción de ocupación transversal y eliminación de huecos entre barrera y pantalla.
- Menor cantidad de pantalla acústica (los 90 cm inferiores los aporta el sistema de hormigón).
- Cimentación optimizada: el elemento de hormigón in-situ actúa como cimentación de la pantalla acústica.
- Reducción de distancia entre la pantalla acústica y el foco sonoro optimizando el rendimiento de la pantalla acústica.
- Mayor rapidez de ejecución del sistema de contención y del elemento acústico, que se traduce en una menor afectación al tráfico.

4.5. Diseño y fabricación del sistema integrado

Para poder realizar los cálculos estructurales del sistema, son necesarios los siguientes datos:

- ubicación y longitud del tramo
- desnivel tras la pantalla
- parámetros geotécnicos del terreno
- peralte transversal y longitudinal
- limitaciones geométricas

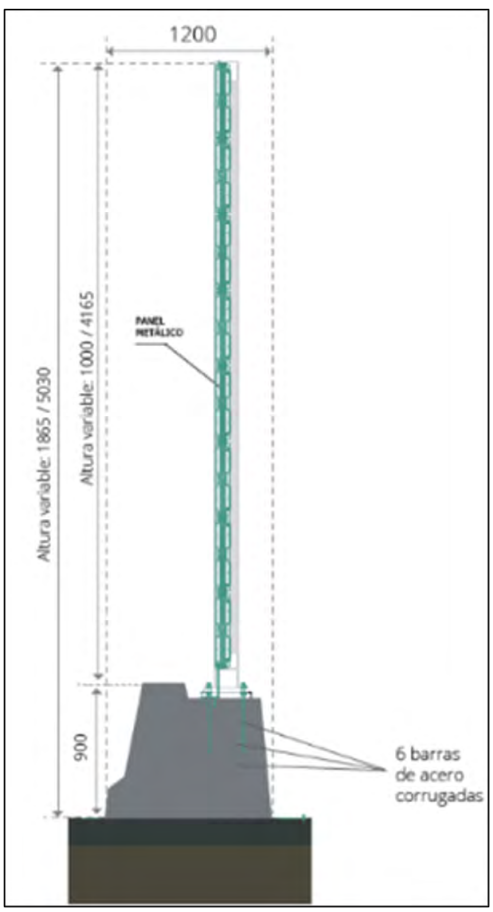


Figura 5. Ejemplo de sistema integrado

Una vez realizados los cálculos, donde los principales esfuerzos son los generados por las cargas de viento, se procede a la comprobación resistente del sistema. Si es necesario, en las zonas donde el propio elemento de hormigón del sistema no es suficiente para resistir los esfuerzos, se dimensiona una cimentación complementaria que se unirá a la base del SVC mediante cercos de acero.

El proceso de fabricación del SCV consta de las siguientes fases:

1. Fabricación de cimentación complementaria si es necesaria.
2. Fabricación de elemento de hormigón “in situ” mediante máquina de encofrado deslizante.
3. Replanteo de los anclajes en la coronación del elemento de hormigón y su instalación mediante anclajes químicos.
4. Fijación de pilares verticales.
5. Disposición de los módulos de pantalla acústica.
6. Finalización del conjunto con neoprenos en perímetros y chapas de remates.

5. Casos prácticos

5.1.- Instalaciones no recomendables

A continuación se incluyen una serie de fotografías correspondientes a casos reales ilustrativos de lo expuesto en los apartados anteriores, que no se consideran recomendables desde el punto de vista técnico.

Las fotos 1 y 2 corresponden a ejemplos de pantallas acústicas instaladas sobre barrera de hormigón sin marcado CE y sin separación suficiente respecto a la barrera metálica.

La foto 3 corresponde a una pantalla acústica instalada sobre barrera de hormigón sin marcado CE y alineada con un poste eléctrico.

Las fotos 4 y 5 muestran un ejemplo de pantalla acústica instalada sobre barrera de hormigón existente.

En la foto 6 la pantalla acústica se ha instalado sin separación suficiente respecto la barrera metálica.

En las fotos 7 y 8 se muestra un caso de un choque contra una barrera metálica en el que, debido a la distancia insuficiente a la que se dispuso la pantalla acústica, ésta ha sido también dañada en el impacto.



Foto 1. Pantalla sobre barrera de hormigón sin marcado CE



Foto 2. Pantalla sobre barrera de hormigón sin marcado CE



Foto 2. Pantalla sobre barrera de hormigón sin marcado CE



Foto 4. Pantalla sobre barrera de hormigón existente



Foto 5. Pantalla sobre barrera de hormigón existente



Foto 6. Espacio insuficiente entre barrera y pantalla



Foto 7. Pantalla dañada debido a espacio insuficiente

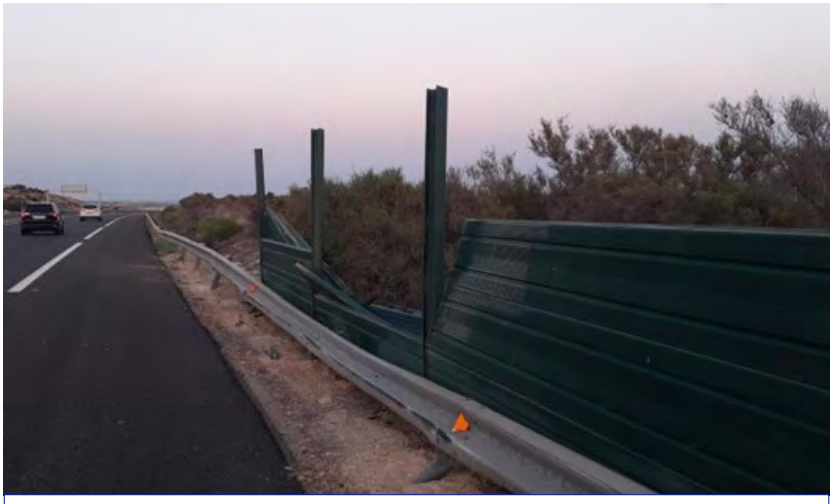


Foto 7. Pantalla dañada debido a espacio insuficiente

5.2.- Sistemas integrados

Se incluyen a continuación unas fotografías que muestran el proceso constructivo de sistemas de apantallamiento acústico y sistemas de contención como sistemas integrados. (fotos 9 a 14)



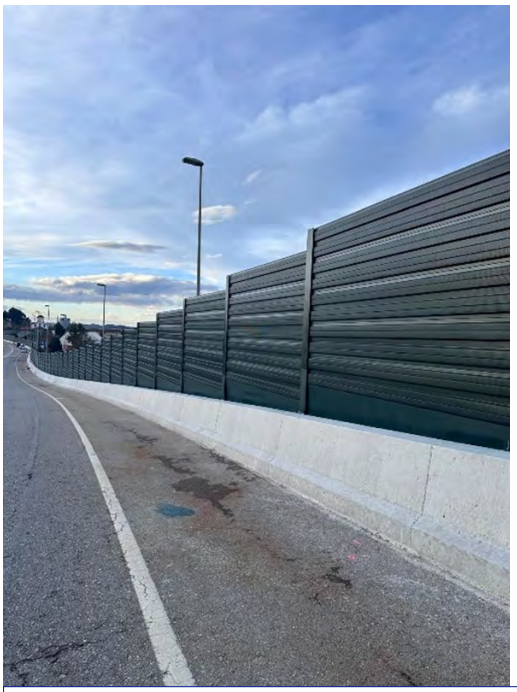
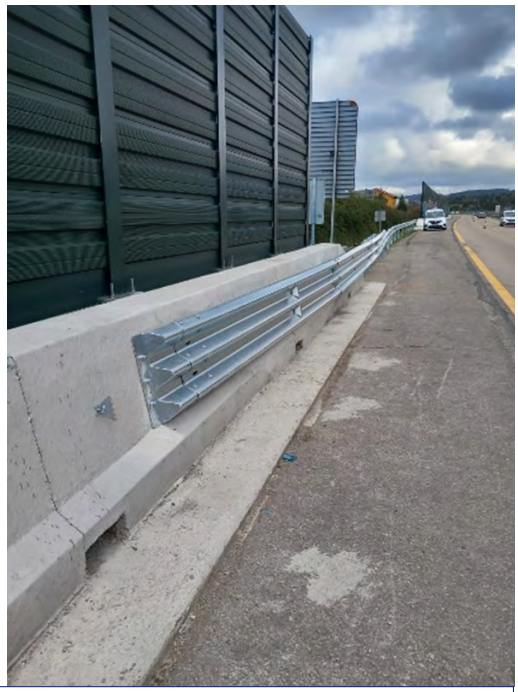
Fotos 9 y 10. Instalación de sistema integrado



Foto 11. Instalación De Sistema Integrado



Foto 12. Instalación De Sistema Integrado

Fotos 13 y 14. Instalación de sistema integrado

6. Conclusiones y recomendaciones

La disposición de sistemas de apantallamiento acústico en las carreteras está cobrando una importancia creciente debido a la demanda social de disminución de la contaminación acústica. Su implantación en las carreteras hace necesario el análisis de su interacción con el resto de elementos de la carretera, y en particular con los sistemas de contención.

Las pantallas acústicas constituyen un elemento de riesgo en caso de impacto de vehículos, tanto para los vehículos que impactan como para terceros, por lo que su protección es imprescindible, teniendo en cuenta que es necesario colocarlas a una distancia en general reducida de la calzada para permitir que aporten prestaciones adecuadas.

En este artículo se han analizado los condicionantes que hay que considerar para conseguir que tanto las pantallas acústicas como las barreras de seguridad se comporten de acuerdo a su diseño, reduciendo los niveles de ruido y evitando impactos peligrosos para los usuarios de la carretera.

Los principales parámetros a tener en cuenta serán la anchura de trabajo y la intrusión del vehículo de las barreras [3].

Una posible solución para el caso de que no exista espacio suficiente para permitir que las barreras desarrollen toda su capacidad de deformación sin que el vehículo impacte con la pantalla acústica es el empleo de sistemas integrados que cumplan tanto la normativa referente a sistemas de contención como la de los dispositivos antirruido.

No se recomienda en ningún caso la colocación de pantallas acústicas sobre barreras de hormigón existentes.

Para un futuro artículo queda la problemática de situaciones singulares como puede ser el caso de dispositivos antirruido instalados en puentes o viaductos. Estos casos requieren un tratamiento individualizado por parte del proyectista que dependerá de los condicionantes del proyecto. ❖

[3] La reglamentación española actual sobre sistemas de contención no incluye requisitos referentes a la intrusión del vehículo. La forma de tener en cuenta este parámetro a la hora de implantar las barreras de seguridad o pretiles puede ser objeto de otro artículo.